

Полтавська державна аграрна академія

**ПРИРОДНО-РЕСУРСНИЙ ТА
ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛИ: НАПРЯМИ
ЗБЕРЕЖЕННЯ, ВІДНОВЛЕННЯ ТА
РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ**

Колективна монографія

**За редакцією О.О. Горба,
Т.О. Чайки, І.О. Яснолоб**

Полтава – 2019

Рецензенти:

В.В. Гамаюнова, д-р с.-г. наук, проф., завідувач кафедри землеробства, геодезії та землеустрою Миколаївського національного аграрного університету

В.М. Писаренко, д-р с.-г. наук, проф., завідувач кафедри захисту рослин Полтавської державної аграрної академії

М.М. Харитонов, д-р с.-г. наук, проф., професор кафедри загального землеробства та ґрунтознавства Дніпровського державного аграрно-економічного університету

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради Полтавської державної аграрної академії (протокол № __ від 26.02.2019 р.)

П 77 Природно-ресурсний та енергетичний потенціали: напрями збереження, відновлення та раціонального використання : колективна монографія / за ред. О.О. Горба, Т.О. Чайки, І.О. Яснолоб. – П. : Видавництво ПП «Астроя», 2019. – 279 с.

ISBN 978-617-7669-29-5

У колективній монографії з позицій міждисциплінарного підходу викладено результати досліджень агроекологічних особливостей і перспективи збереження, відновлення та раціонального використання природних ресурсів в сучасних умовах. Розглянуто питання щодо соціально-правових і еколого-економічних проблем та особливостей збереження, відновлення й раціонального використання природно-ресурсного потенціалу. Наведено проблеми та перспективи технологічних і технічних рішень щодо збереження, відновлення та раціонального використання природних і енергетичних ресурсів. Визначено напрями вдосконалення сучасних енергетичних систем з метою збереження та раціонального використання природно-ресурсного та енергетичного потенціалів.

Колективна монографія є частиною НДДКР на тему «Концепція розвитку енергоефективних і енергонезалежних сільських територій задля зміцнення конкурентоспроможності національної економіки» Полтавської державної аграрної академії (номер державної реєстрації 0119U100028 від 10.01.2019 р).

Розраховано на науковців, викладачів, керівників і спеціалістів органів державного управління, фахівців агроформувань, аспірантів, студентів і всіх, хто цікавиться питаннями збереження, відновлення та раціонального використання природних ресурсів в сучасних умовах.

УДК 631.6.02

Автори вміщених матеріалів висловлюють власну думку, яка не завжди збігається з позицією редакції. За зміст матеріалів відповідальність несуть автори.

ISBN 978-617-7669-29-5

© Колектив авторів, 2019.

3.11. Використання вторинної рослинної сировини в технології м'ясних продуктів з антиоксидантними властивостями (Л.В. Пешук, Т.М. Іванова, Н.В. Будник)	205
3.12. Проблеми та перспективи технологічних та технічних рішень щодо раціонального використання природних ресурсів (О.М. Руденко)	212
3.13. ГІС-технології оцінки стану довкілля у сучасному землеустрою (Н.Г. Русіна, В.О. Люльчик)	217
3.14. Інноваційні способи обробки вторинної сировини дикорослих ягід для отримання функціональних напоїв (Т.Ю. Суткович, І.В. Чоні)	224
3.15. Теоретичне обґрунтування вибору поліетиленової тари для тривалого зберігання плодоовочевої продукції (Є.В. Хмельницька)	229
РОЗДІЛ 4. НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ СУЧАСНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ З МЕТОЮ ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНО-РЕСУРСНОГО ТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛІВ	237
4.1. Інноваційна технологія комплексної переробки торфу на композиційне паливо й гумінові добрива (Д.М. Корінчук, В.Л. Дахненко)	237
4.2. Сучасні тенденції та досвід використання відновлюваних джерел енергії в ЄС та Україні (С.Е. Мороз)	243
4.3. Стратегічний вибір альтернативних джерел енергії з урахуванням регіональних специфікацій (І.В. Свида)	248
4.4. Особливості математичного моделювання динаміки високотемпературного сушіння біопалив (Н.М. Сорокова, Д.М. Корінчук)	254
4.5. Ресурсо- і енергозбереження в тепло технологіях (Р.О. Шапар, О.В. Гусарова, Д.М. Корінчук)	260
ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ	269

Саме ці фактори необхідно дослідити на обраній нами сировині. В якості екстрагенту обрано яблучний сік (з такими фізико-хімічними показниками: масова частка сухих речовин – 14 %; титрованих кислот – 0,69 %; рН – 3,3 %; масова частка L-аскорбінової кислоти – 3,08 мг/100 г) з метою збагачення його усім спектром БАР, що містяться у ПДЯ.

Вичавки являють собою подрібнені часточки шкірочки, насіння та м'якоті. Співвідношення вичавок до екстрагенту – 1:3. Тривалість УЗ-обробки становить 5...20 хв. Основні фізико-хімічні показники отриманих напоїв наведені в табл. 3.

Насиченість напоїв нутрієнтами зростає: масова частка L-аскорбінової кислоти в залежності від тривалості УЗ-обробки в усіх напоях зростає в 2,8...4 рази у порівнянні з її вмістом у яблучному соку, збільшується вміст сухих речовин, що надає більш повного гармонійного смаку отриманим напоям (табл. 3).

Комплекс досліджень з обраного напрямку підводить нас до висновку, що на сьогоднішній день науково-обґрунтовані можливості застосування вакуумної та УЗ-обробки для збільшення виходу соку з дикорослих ягід; використання вторинної сировини після вилучення соку; збагачення БАР вторинної сировини соків, які містять незначну їх кількість. Отже, запропонована технологія дає можливість безвідходного використання ягід дикорослої сировини.

3.15. Теоретичне обґрунтування вибору поліетиленової тари для тривалого зберігання плодоовочевої продукції

Хмельницька Є.В.

Вищий навчальний заклад Укоопспілки

«Полтавський університет економіки і торгівлі»

Процеси, які відбуваються у плодоовочевій продукції при її зберіганні, за своїм характером, можуть бути поділені на 4 взаємопов'язані групи: фізіологічні, біофізичні, біохімічні та мікробіологічні. Активність протікання вказаних процесів відображається на інтенсивності дихання, яке є джерелом енергії. Зовнішньою ознакою дихання являється поглинання з оточуючого повітря кисню і виділення вуглекислоти. На дихання витрачаються вуглеводи, органічні кислоти, жири, дубильні, азотисті та інші речовини, а сам процес дихання зводиться до повільного окиснення складних органічних речовин які розпадаються на більш прості з виділенням енергії. Дихання складається із ланцюга взаємопов'язаних процесів окиснення і відновлення. Енергія, що накопичилася під час вегетації, вивільнюється в процесі дихання, частково використовується на внутрішні процеси, або запасується клітинами у хімічних зв'язках і виділяється в оточуюче середовище у вигляді тепла.

Інтенсивність дихання залежить від виду соковитої продукції, її фізіологічного стану, сорту, умов вирощування і виражається кількістю міліграмів CO_2 , яку виділяє 1 кг плодовоовочевої продукції за годину (мг/кгг^{-1}).

При зберіганні інтенсивність дихання залежить від температури, з підвищенням якої від оптимальних параметрів, інтенсивність дихання зростає. Другий важливий фактор, який впливає на інтенсивність дихання – це склад газового середовища, у якому основна регулююча роль належить кисню. Зменшення його вмісту у газовому середовищі значно знижує інтенсивність дихання, а підвищення – активізує цей процес. Знижує інтенсивність дихання і підвищена концентрація у газовому середовищі вуглекислого газу.

Залежно від сорту плодів і овочів, їх фізіологічного стану може змінюватись виділення в процесі дихання кількості CO_2 , тому відбувається зміна співвідношення кисню і вуглекислоти, яке називається коефіцієнтом дихання ($\text{ДК}=\text{CO}_2/\text{O}_2$). Таким чином, існує пряма кореляційна залежність між коефіцієнтом дихання і фізіологічною активністю об'єктів зберігання. Коефіцієнт дихання являється одним із основних якісних показників режимів зберігання, а тому його можна використовувати в якості критерію для оцінки поточного стану об'єкту зберігання.

Міжклітинники і внутрішній простір свіжої плодовоовочевої продукції заповнені газом, невелика кількість якого розчинена і у клітинному соку. Кількість газу залежить будови м'якуша і розміру порожнин. Дифузія газів відбувається через шкірку, гирлиці, травмовані місця, у плодових овочів, фруктів і ягід – через плодоніжку. Швидкість дифузії залежить від сорту, стиглості, фізіологічного стану овочів і плодів. В процесі старіння соковитого об'єкту, відкладення воску на поверхні шкірки і заповнення повітряних просторів тканин соком, проникливість тканин для повітря знижується, кількість і структура газів змінюється.

Газовий склад у середині тканин безумовно впливає на протікання біохімічних і фізіологічних процесів об'єкту зберігання. Його кількісний і якісний склад залежить не тільки від життєдіяльності самого рослинного організму, а і від складу зовнішньої атмосфери, температури зберігання та інших впливових факторів. Внутрішньотканинна концентрація газів являє собою динамічну рівновагу між утворенням тканинами, в процесі дихання і втратою внаслідок дифузії, вуглекислого газу та між споживанням і надходженням кисню [373].

Картопля, овочі і плоди помітно вирізняються між собою по вмісту внутрішньотканинних газів, а кожен вид продукції має великі відмінності між сортами. Газів у середині тканин накопичується більше у процесі зберігання у яблуках, грушах, цитрусових, особливо у мандаринах, цибулі (26–43 % від загального об'єму об'єктів), а у редиски, огірків, картоплі – у межах 5,5–7,5 % [373].

Гази, що утворюються у тканинках рослинних організмів

³⁷³ Колесник А.А. Хранение плодов в регулируемой атмосфере / А.А. Колесник, М.А. Федорова, Е.Х. Осенова. – М. : Московский ордена Трудового Красного Знамени институт им. Плеханова, 1971. – 121 с.

виділяються з цитрусових через місце прикріплення плодоніжки, з яблук – через чашечку і плодоніжку, із бульб картоплі – через бруньки, редиски – через залишки листових черешків тощо.

У складі внутрішньотканних газів стиглих овочів і плодів, а також картоплі, яка закладена на зберігання, на відміну від зовнішньої атмосфери, міститься порівняно мало кисню і багато CO_2 , а вміст азоту буває звичайно значно нижчим, ніж у оточуючому середовищі.

У зв'язку з вищевикладеним стає зрозумілим, що співвідношення CO_2/O_2 у внутрішньотканній атмосфері відрізняється від відношення цих газів у повітрі. Найбільш високе відношення CO_2/O_2 , тобто в тканинах накопичується велика кількість вуглекислоти по відношенню до кисню, у цитрусових плодів (2,5–5,5), у картоплі (2,0–2,3), а менше всього у коренеплодах редиски (0,20–0,25), за рахунок низького накопичення CO_2 (біля 5 %) і високого (15–16 %) вмісту O_2 у тканинах. Чим більша інтенсивність дихання об'єкту зберігання, тим більше у її тканинах вуглекислоти. Низька інтенсивність дихання пояснюється нестачею O_2 в тканинах і послабленням окислювальних процесів. На послаблення окислювальних процесів у плодоовочевій продукції і картоплі вказує факт зниження енергії дихання. Вказані процеси накопичення вмісту CO_2 і O_2 у тканинах плодів, овочів і картоплі відбуваються при їх зберіганні у природній зовнішній атмосфері.

Але підвищення кількості вуглекислого газу у зовнішній атмосфері до певних меж призводить до значного погіршення якості багатьох соковитих об'єктів зберігання.

Дослідженнями А.А. Колесника [373] встановлено, що в процесі зберігання у соковитих об'єктах змінюється склад газів у тканинах. На початку зберігання у них збільшується загальний об'єм газів, але при перезріванні і старінні кількість газів у тканинах поступово зменшується. Одночасно в тканинах накопичується CO_2 і зменшується вміст O_2 , при цьому поступово знижується інтенсивність дихання і тому зменшується потреба тканин у притоці великих кількостей кисню. Все це призводить до зниження у тканинах загального об'єму вуглекислого газу і підвищенню об'єму кисню. Проникливість тканин для газів у нестиглих овочів і плодів вище, ніж у стиглих.

З підвищенням температури зберігання посилюється інтенсивність дихання, внаслідок цього накопичується в тканинах CO_2 і знижується вміст O_2 , вуглекислий газ краще розчиняється у сокові ніж кисень, що сприяє підвищенню питомої маси CO_2 в тканинах і призводить до збільшення потреби овочів і плодів в кисні і до його нестачі в тканинах. В результаті вказаних процесів, у продукції, що зберігається, посилюються процеси інтрамолекулярного дихання, про що свідчить підвищення коефіцієнту дихання більше одиниці ($\text{ДК} > 1$), утворюються недоокислені продукти анаеробного дихання такі, як етиловий спирт, оцтовий альдегід, оцтова і молочна кислоти, що в кінцевому рахунку, призводить до фізіологічних розладів у вигляді різного роду потемнінь, плям, некрозів.

Такі явища спостерігаються і під час прогресуючого старіння органів і тканин, коли втрачається стійкість до подібного роду розладів.

Свіжозібрана плодоовочева продукція більш стійка до ураження хворобами і фізіологічних розладів під час зберігання її у сховищах, а тому треба під час зберігання уповільнювати процес її дозрівання і старіння.

Це досягається, звичайно, за допомогою низької температури, концентрації O_2 і CO_2 при зберіганні у сховищах з регульованою атмосферою або при створенні модифікованого газового середовища (МГС). Затримка процесів дозрівання і старіння соковитої продукції у сховищах з регульованим газовим середовищем (РГС) і МГС пояснюється, в основному, уповільненням процесів засвоєння кисню тканинами об'єктів зберігання детермінуючою дією підвищених концентрацій CO_2 на ферментативні процеси або нестачею кисню.

Наприклад, фермент цитохромоксидаза активується при низькому вмісті в атмосфері кисню, а активність поліфенолоксидази зростає тільки з підвищенням вмісту кисню. Вуглекислий газ блокує дихання, загальмовує інтенсивність окислювальних ферментів. Високі концентрації вуглекислого газу пригнічують активність таких ферментів, як цитохромоксидаза, малатдегідрогеназа, піруватдегідрогеназа та ін. [374, 375].

Плоди і овочі не тільки виділяють вуглекислий газ, але й поглинають його під час зберігання із оточуючого середовища. Фіксований CO_2 приймає участь у синтезі амінокислот, вуглеводів, органічних сполук, в обміні навіть таких стійких сполучень як пектинові речовини і клітковина [374, 375]. Гальмуюча дія збідненої киснем атмосфери сильніше впливає на інтенсивність дихання соковитої продукції, ніж зниження температури [376].

Вплив концентрації кисню в оточуючій атмосфері на інтенсивність дихання змінюється залежно від ступеня стиглості плодоовочевої продукції під час зберігання. У стиглих плодах і овочах роль в активуванні кисню належить ферменту поліфенолоксидазі, яка вимагає високої концентрації кисню [373–375]. Якщо в атмосфері мало кисню, або він недосяжний до засвоєння, то продукція, яка зберігається в умовах РГС або МГС в цей період погано засвоює кисень з газових середовищ, і дихання протікає слабо. Недостиглі плоди і овочі відрізняються високою активністю цитохром оксидази, яка активується при низькому вмісті в атмосфері кисню [377].

Таким чином, основними регуляторами збереженості нативної

³⁷⁴ Колесник А.А. Хранение плодов и овощей в регулируемой газовой среде. Ч. 1 / А.А. Колесник, Е.Х. Основа, Л.Ф. Мелешкова. – М. : Министерство торговли СССР. Центральное бюро научно-технической информации, 1971. – 215 с.

³⁷⁵ Fuhrman H. Qualitätsuntersuchungen an Radieschen und Möhren / H. Fuhrman, M. Schon // Gemüse. – 1986. – № 8. – S. 328–331.

³⁷⁶ Ulrich R. Traitements des fruits et des légumes après récolte à l'aide d'atmosphères spéciales / R. Ulrich, P. Marcellin. – Paris : Centre national de la recherche scientifique, 1968. – 267 p.

³⁷⁷ Рубин Б.А. Биохимические основы хранения овощей / Б.А. Рубин. – М.-Л. : Издательство АН СССР, 1945. – 156 с.

якості плодоовочевої продукції є температура і газова атмосфера з підвищеним вмістом CO_2 і пониженим вмістом O_2 .

Сховища з РГС дороговартісні і їх в Україні обмаль, тим більше безпосередньо при супермаркетах та інших торговельних підприємствах. Для них більш доступно зберігати плодоовочеву продукцію у МГС, яку можна створити за допомогою поліетиленових упаковок, а зберігання в них плодоовочевої продукції, слід розглядати як особливий вид зберігання у газовому середовищі.

У поліетиленових упаковках, також, в результаті життєдіяльності продукції створюється газове середовище з підвищеним вмістом CO_2 і пониженим – O_2 . У поліетиленових пакетах зберігали редис П.Ф. Сокол і М.О. Скляревський [378], у мішках – В.А. Колтунов [379].

Поліетиленові плівки найбільш придатні для зберігання овочів і плодів, зокрема, редиски, так як вони має вибіркову проникливість до CO_2 і O_2 і незначну пароводопропускність, але різні за товщиною поліетиленові плівки мають різні вищевказані властивості. На думку А.А. Колесника [373] використання плівки товщиною 60 мкм і вище викликає ураження яблук фізіологічними розладами.

Згідно багаточисленних досліджень для зберігання в плівках придатні види і сорти овочів і плодів, які спроможні переносити підвищену концентрацію CO_2 і понижено – O_2 . Концентрації CO_2 і O_2 у кожному конкретному випадку повинні відповідати окремим видам і сортам і не перевищувати меж, при яких настає глибоке анаеробне дихання [373].

Газообмін соковитої продукції з оточуючим їх повітрям відбувається через міжклітинний простір і шкірку. Через внутрішні порожнини овочів, плодів, бульб картоплі у клітини постачається кисень і через них же відводиться двоокис вуглецю, який утворився у клітинах при диханні. Об'єм цього міжклітинного простору поряд з інтенсивністю дихання свіжої плодоовочевої продукції має вирішальне значення для концентрації газів в об'єкті зберігання. Чим щільніше розташовані клітини, тим менше повітря у відповідного об'єкту зберігання і тим вище їх питома маса.

Концентрація окремих газових компонентів у середовищі соковитого об'єкту визначається по закону дифузії Фіка [380], оскільки газообмін визначається різницею між внутрішньою (C_v) і зовнішньою (C_z) концентрацією газових компонентів і підпорядкований константі (K), яка служить мірилом опору тканин:

$$\text{Дифузія газу} = K (C_v - C_z). \quad (1)$$

³⁷⁸ Сокол П.Ф. О длительном хранении редиса / П.Ф. Сокол, М.А. Скляревский // Хранение и переработка картофеля, овощей, плодов и винограда / П. Ф. Сокол, М. А. Скляревский. – М. : Колос, 1973. – С. 112–116.

³⁷⁹ Колтунов В.А. Совершенствование методов хранения овощей / В.А. Колтунов // Хранение и переработка картофеля, овощей, плодов и винограда : научные труды. – М. : Колос, 1973. – С. 117–120.

³⁸⁰ Yac A., Les pertes massiques de denrees en enteposage frigorifique / A. Yac // Bull L. F. – 1970. – № 3. – P. 21–28.

Коефіцієнт K в основному залежить від газопроникливості шкірки і дифузії газів у міжклітинниках. Так як дифузія газів у міжклітинному просторі в діапазоні температур $0-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ коливається у межах $2,5\%$, газообмін у найбільшому ступені визначається структурою шкірки соковитого об'єкту зберігання. Внутрішня концентрація газів залежить в числі інших факторів (структури і хімічного складу шкірки тощо) також і від температури та інтенсивності дихання об'єкту зберігання.

В процесі дихання навколо коренеплодів у поліетиленовому мішку наповнюється вуглекислий газ. Наповнення вуглекислого газу навколо об'єктів зберігання дещо менше ніж поглинання ним кисню. Ця невідповідність за поясненням П. Марселена [381] відбувається через те, що проникливість поліетилену по відношенню до вуглекислого газу більше, ніж до кисню, а також тим, що величина коефіцієнта дихання недостатньо велика. Через поглинання кисню, який знаходиться у поліетиленовому мішку, останній скорочується, якщо мішок запаятий або міцно зав'язаний, парціальний тиск азоту підвищується. Поліетилен проникливий для азоту, тому він поступово виходить із поліетиленового мішка, а плівка все більше притискається до продукції.

Багато синтетичних плівок селективно-проникливі, тому газообмін між продукцією і зовнішнім середовищем постійно відбувається, але коефіцієнт проникливості для кисню і вуглекислого газу у різних плівок різний. Треба підбирати такі плівки, щоб створювати в середовищі мішка потрібну конденсацію вуглекислого газу і кисню, таким чином в середині поліетиленового мішка створюється модифіковане газове середовище, яке потрібне для збереження продукції. Для забезпечення потрібної інтенсивності газообміну ізольованої ємкості з оточуючим середовищем поверхня її селективно-проникливого матеріалу розраховується у відповідності з рівнянням газового балансу.

Рівнянням газового балансу розраховується за наступним формулам [382]:

$$F = \frac{R_t (0,355 + 2,774C_{O_2}^B - 0,883C_{CO_2}^B) * m}{\alpha CO_2 (C_{CO_2}^B p^B - C_{CO_2}^H p^H)} \quad (2)$$

$$\text{або } F = \frac{R_t (0,365 + 2,774C_{O_2}^B - 0,883C_{CO_2}^B) * m}{\alpha O_2 (C_{O_2}^H p^H - C_{O_2}^B p^B)} \quad (3)$$

де $C_{O_2}^H$, $C_{CO_2}^H$ – об'ємна концентрація кисню і вуглекислого газу у середовищі, яке оточує ємність, у долях від сумарної концентрації, що

³⁸¹ Marcellin, P. 1971. La conservation des fruits en atmosphère contrôlée au moyen d'emballage de matière plastique. Chim. Ind. - Génie Chim. 104: 2141–2148.

³⁸² Хранение плодов в регулируемой газовой среде / [Л.В. Метлицкий, Е.Г. Салькова, И.Л. Волкинд и др.]. – М. : Экономика, 1972. – 183 с.

приймається за одиницю; $C_{O_2}^B$, $C_{CO_2}^B$ – об’ємна концентрація кисню і вуглекислого газу в газовій суміші, яка подається в ємність у долях від сумарної концентрації, що приймається за одиницю; F – площа селективно-проникливої для компонентів газового середовища поверхні оточень ємності або окремо стоячих фільтрів, БМ; $^{\alpha}O_2$, $^{\alpha}CO_2$ – коефіцієнти газопроникливості селективно-проникливої поверхні для кисню, вуглекислого газу, м/ата·г; R_i – поглинання кисню і виділення вуглекислого газу об’єктами зберігання в акті дихання при фактичній концентрації компонентів середовища на даний момент часу. Величина R – перемінна, вона залежить при постійній температурі від концентрації кисню та вуглекислого газу, м³/т·г; p^B, p^H – тиск середовища відповідно в середині і зовні ємності, атм; m – маса продукції завантаженої в ємність, т.

На думку авторів [382] необхідне співвідношення газопроникливості плівки по вуглекислому газу і кисню у цьому випадку виражається формулою:

$$\frac{{}^{\alpha}CO_2}{{}^{\alpha}O_2} = \frac{C_{O_2}^H - C_{O_2}^{\epsilon}}{C_{CO_2}^{\epsilon} - C_{CO_2}^H} \quad (4)$$

Коли оточуючим поліетиленові пакети або ящики середовищем являється повітря, для якого $C_{O_2}^H = 0,21$, $C_{CO_2}^H = 0$, ця формула приймає вигляд:

$$\frac{{}^{\alpha}CO_2}{{}^{\alpha}O_2} = \frac{0,21 - C_{O_2}^{\epsilon}}{C_{CO_2}^{\epsilon}} \quad (4)$$

При однакових значеннях $^{\alpha}O_2$ і $^{\alpha}CO_2$ сума величин концентрації кисню і вуглекислого газу в ізольованій поліетиленовій ємності $C_{O_2} + C_{CO_2} = 0,21$, т.т. вмісту кисню в повітрі. При різних значеннях $^{\alpha}O_2$ і $^{\alpha}CO_2$ якими володіють селективно-проникливі плівки, ця сума менша концентрації кисню у повітрі. В ізольованій від зовнішнього середовища поліетиленовій ємності утворюється газова суміш з концентрацією азоту вище, ніж у повітрі внаслідок чого азот виходить з поліетиленового мішка або пакета, загальна кількість газової суміші в ньому поступово зменшується і створюється вакуум.

Якщо поліетиленові мішки або пакети не запаяні, а тільки зав’язані або мають перфорацію для вирівнювання внутрішнього і зовнішнього тисків, у наведених формулах, крім дифузії компонентів газового середовища через селективно-проникливий матеріал, якщо вони цим обладнані, враховують проходження газів через отвори в упаковці.

Для створення ємності із селективно-проникливих матеріалів газового середовища з вмістом кисню 3 % і вуглекислого газу 5 %

необхідно, щоб: $\frac{{}^{\alpha}O_2}{{}^{\alpha}CO_2} = 0,28$. Коефіцієнт селективної проникливості плівки для вуглекислого газу ${}^{\alpha}CO_2$, повинен дорівнювати при зберіганні продукції в поліетиленових пакетах на 1–3 кг – $0,003 \div 0,005$, в стаціонарних ящиках з поліетиленовими вкладишами – $0,010 \div 0,013$ і для газових фільтрів (дифузійних вставок) – $0,6\text{--}0,8$ м/добу·ата

При зберіганні соковитої продукції використовують у більшості випадків поліетиленові плівки низької густини (ГОСТ 10354), для яких співвідношення $\frac{{}^{\alpha}O_2}{{}^{\alpha}CO_2} = 0,24$. При товщині плівки 30, 40 і 70 мкм

коефіцієнти її проникливості для вуглекислого газу мають бути прийнятними рівними відповідно $2,65 \cdot 10^{-3}$; $3,5 \cdot 10^{-3}$; $4,4 \cdot 10^{-3}$ і $6,2 \cdot 10^{-3}$ м/доба·ата. Модифікація атмосфери в середовищі упаковки лише доповнює дію температури, а не замінює її.

Таким чином, в результаті дихання соковитої продукції в упаковці з плівки зростає кількість вуглекислого газу і зменшується вміст кисню. Поліетилен володіє порівняно високою газопроникливістю, причому до вуглекислого газу в декілька разів більше, ніж до кисню, низькою водо- і паро проникливістю, високою еластичністю.